

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



528706

(43) Date de la publication internationale
15 avril 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/030958 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : B60H 1/00,
B60L 11/18, H01M 8/06, 8/04

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/002891

(22) Date de dépôt international : 2 octobre 2003 (02.10.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/12258 3 octobre 2002 (03.10.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : RE-
NAULT S.A.S. [FR/FR]; 13,15, quai Alphonse Le Gallo,
F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BEGUERY,
Patrick [FR/FR]; 4, Square Beethoven, F-78330 Fontenay
Le Fleury (FR). DEWAELE, Gilles [FR/FR]; 36, rue des
Lilas, F-92500 Rueil Malmaison (FR). KERETLI, Fahri
[FR/FR]; 8, rue Mme de Sévigné, F-78320 Le Mesnil
St-Denis (FR).

(74) Mandataire : DAVIES, Owen; Renault Technocentre,
S.0267 - TCR GRA 155, 1 avenue du Golf, F-78288
Guyancourt (FR).

(81) États désignés (national) : CA, JP, KR, US.

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

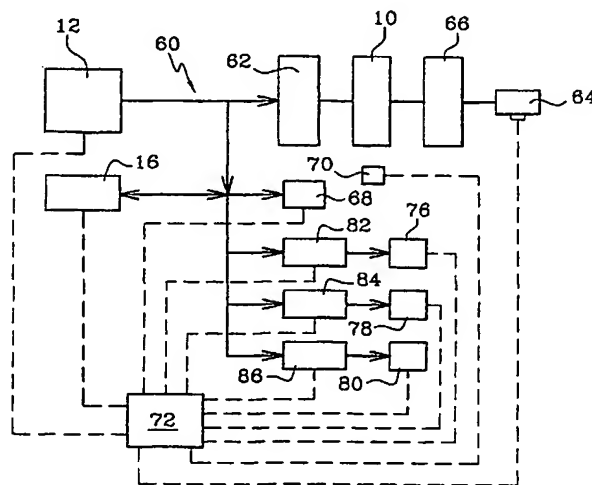
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ENERGY-RECOVERY METHOD AND DEVICE USED ON BOARD A VEHICLE COMPRISING A REFORMER
FUEL CELL

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE RECUPERATION D'ENERGIE A BORD D'UN VEHICULE EQUIPE D'UNE PILE
A COMBUSTIBLE A REFORMEUR



(57) Abstract: The invention relates to a method and device for recovering the electrical energy in a motor vehicle driven by at least one electric motor (10). The invention is of the type which comprises a fuel cell (14) for powering the electric motor (10), which is supplied with fuel by means of reformer (42), the fuel flow being controlled according to the power consumption (P_{mot}) of the electric motor (10), and which temporarily produces an excess of fuel when the consumption (P_{mot}) of the electric motor (10) falls. Moreover, the invention is also of the type which comprises energy storage means (16, 76, 78, 80). The inventive method is characterised in that it comprises the following steps in particular, namely: a step (b) consisting in calculating the excess electric power (P_{rec}) which can be produced by the fuel cell (14) and steps consisting in storing (d) and distributing the excess fuel (e), during which the excess electric power (P_{rec}) is stored in storage means (16, 76, 78, 80).

[Suite sur la page suivante]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/030958 A1



— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrége :** L'invention concerne un procédé de récupération de l'énergie électrique dans un véhicule automobile mu par au moins un moteur électrique (10), du type qui comporte une pile à combustible (14) qui alimente notamment le moteur électrique (10), et qui est alimentée en carburant par l'intermédiaire d'un reformeur (42) dont le débit de carburant est commandé en fonction de la consommation électrique (P_{mot}) du moteur électrique (10), et qui produit temporairement un excès de carburant lorsque la consommation (P_{mot}) du moteur électrique (10) diminue, et du type qui comporte des moyens de stockage d'énergie (16, 76, 78, 80), caractérisé en ce qu'il comporte notamment une étape b) de calcul de la puissance électrique excédentaire (P_{rec}) susceptible d'être produite par la pile à combustible (14) et des étapes de stockage d) et de répartition de l'excès de carburante) au cours desquelles la puissance électrique excédentaire (P_{rec}) est stockée dans les moyens de stockage (16, 76, 78, 80).

PROCEDE ET DISPOSITIF DE RECUPERATION D'ENERGIE A BORD D'UN VEHICULE EQUIPE
D'UNE PILE A COMBUSTIBLE A REFORMEUR

L'invention concerne un procédé de récupération de l'énergie électrique dans un véhicule automobile mu par au moins un moteur électrique.

L'invention concerne plus particulièrement un procédé de récupération de l'énergie électrique dans un véhicule automobile mu par au moins un moteur électrique, du type qui comporte une pile à combustible qui alimente le moteur électrique et des équipements électriques, et qui est alimentée en carburant, et notamment en hydrogène, par l'intermédiaire d'un reformeur dont le débit de carburant est commandé en fonction de la consommation électrique du moteur électrique, et qui produit temporairement un excès de carburant lorsque la consommation du moteur électrique diminue, et du type qui comporte des moyens de stockage d'énergie.

Les véhicules mus par au moins un moteur électrique peuvent notamment être alimentés en énergie électrique par une pile à combustible.

Une pile à combustible est constituée principalement de deux électrodes, une anode et une cathode, qui sont séparées par un électrolyte. Ce type de pile permet la conversion directe en énergie électrique de l'énergie produite par les réactions d'oxydo-réduction suivantes :

- une réaction d'oxydation d'un combustible, ou carburant, qui alimente l'anode en continu ; et

- une réaction de réduction d'un comburant qui alimente la cathode en continu.

Les piles à combustible utilisées pour fournir de l'énergie électrique à bord de véhicules automobiles sont généralement du type à électrolyte solide, notamment à électrolyte en polymère. Une telle pile utilise notamment de l'hydrogène (H_2) et de l'oxygène (O_2) en guise de carburant et de comburant respectivement.

Ce type de pile permet d'obtenir à la fois un rendement, un temps de réaction et une température de fonctionnement globalement satisfaisants pour fournir de l'électricité à un moteur électrique pour la propulsion d'un véhicule automobile.

5 Contrairement aux moteurs thermiques qui rejettent avec les gaz d'échappement une quantité non négligeable de substances polluantes, la pile à combustible offre notamment l'avantage de ne rejeter que de l'eau qui est produite par la réaction de réduction à la cathode. De plus, une pile du type
10 décrit précédemment peut utiliser de l'air ambiant dont l'oxygène (O_2) est réduit.

 La cathode comporte généralement une entrée qui permet l'alimentation continue en oxygène (O_2) ou en air, et une sortie qui permet l'évacuation du surplus d'air ou d'oxygène (O_2) ainsi
15 que l'évacuation de l'eau produite lors de la réduction de l'oxygène (O_2). De façon générale, l'anode comporte généralement une entrée par laquelle est introduit de l'hydrogène (H_2).

 Cependant, dans l'état actuel de la technique, le stockage
20 d'hydrogène pur (H_2) à bord du véhicule nécessite un volume trop important pour obtenir une autonomie confortable. De plus, la logistique de distribution de l'hydrogène (H_2) n'est pas encore répandue géographiquement.

 Pour résoudre ces problèmes, il est connu de produire de
25 l'hydrogène (H_2) directement à bord du véhicule à partir d'hydrocarbures, notamment de combustibles conventionnels tels que l'essence ou le gaz naturel. L'hydrogène (H_2) est extrait de l'essence lors d'une opération dite de reformage qui nécessite un dispositif appelé reformeur.

30 L'essence est injectée dans le reformeur avec de l'eau et de l'air. Le produit du reformage est un gaz appelé reformât qui est principalement composé d'hydrogène (H_2), de monoxyde de carbone (CO), de dioxyde de carbone (CO_2), d'oxygène (O_2) et d'azote (N_2). Le reformeur comporte généralement un brûleur qui

fournit l'énergie calorifique nécessaire pour maintenir le reformeur à une température de fonctionnement. L'anode de la pile est ensuite directement alimentée en reformât par le reformeur.

5 La puissance électrique produite par la pile à combustible est proportionnelle aux débits de comburant et de carburant injectés à la cathode et à l'anode, respectivement. Pour commander la puissance électrique que la pile doit fournir au moteur électrique, il est donc connu de faire varier les débits de
10 comburant et de carburant qui alimentent la pile. Ainsi, le débit de carburant injecté à l'anode est régulé en commandant le reformeur.

Cependant, le temps de réponse du reformeur entre l'instant auquel une variation de débit de carburant est requise
15 pour faire varier la production de courant de la pile à combustible, et l'instant auquel le débit de carburant varie effectivement est de l'ordre de plusieurs secondes.

Ainsi, lorsque le moteur électrique requiert une plus grande puissance électrique, la pile ne peut fournir la puissance
20 électrique requise qu'après un temps de réponse de plusieurs secondes, le temps pour le reformeur de produire le débit de reformât adéquat.

De même, lorsque le moteur requiert moins d'électricité, le reformeur continue pendant quelques secondes à produire un
25 débit de reformât superflu qui n'est pas consommé par la pile à combustible.

Pour pallier l'insuffisance temporaire de puissance électrique due au temps de latence du reformeur lorsque le moteur requiert une augmentation rapide d'électricité, il est
30 connu d'alimenter temporairement le moteur électrique grâce à au moins une batterie auxiliaire.

Cependant, pour des raisons de coût, d'encombrement et de poids, la quantité de batteries auxiliaires doit être le plus faible possible.

Pour limiter le nombre de batteries implantées dans le véhicule, il est connu de récupérer de l'énergie lors des décélérations du véhicule et de stocker cette énergie récupérée dans les batteries. Une telle solution est notamment décrite et représentée dans le document EP-A-0.640.503.

Ce document propose un procédé de récupération de l'énergie produite par le moteur de traction lorsque celui-ci fonctionne en générateur de courant, c'est-à-dire lorsque le véhicule décélère, le moteur n'étant plus alimenté en électricité.

De plus, lorsque la batterie ne peut plus stocker de courant, ce document propose de stocker l'énergie récupérée excédentaire grâce à des moyens de stockage tels qu'un accumulateur thermique.

Cependant, le fonctionnement du moteur électrique en générateur électrique agit comme un frein moteur sur le véhicule. Pour des raisons de confort de conduite et de sécurité des passagers, le frein moteur doit pouvoir être commandé et son action limitée.

L'énergie récupérée dans ces conditions doit donc être régulée pour les raisons de sécurité des passagers du véhicule décrites ci-dessus. Il n'est donc pas possible de récupérer la totalité de l'énergie que peut produire le moteur dans ces conditions.

De plus, l'énergie que peut potentiellement fournir la pile à combustible grâce au surplus de reformât produit par le reformeur lors de baisse de demande en électricité du moteur n'est pas exploitée.

Pour résoudre ces problèmes, la présente invention propose un procédé du type décrit précédemment, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- a) une étape de bilan au cours de laquelle la puissance électrique potentielle que la pile à combustible est susceptible de fournir instantanément est calculée en fonction du débit de carburant produit par le reformeur, et au cours de laquelle les

puissances électriques consommées instantanément par le moteur électrique et par les équipements sont estimées ; et

- b) une étape de calcul de la puissance électrique excédentaire qui est le résultat de la différence entre ladite
5 puissance électrique potentielle et la somme des puissances électriques consommées estimées ; et

- c) une étape de détermination de la capacité instantanée de stockage de puissance électrique des moyens de stockage qui est déclenchée lorsque la puissance électrique excédentaire est
10 strictement positive ;

- d) une étape de stockage qui est déclenchée lorsque la capacité instantanée de stockage est supérieure ou égale à la puissance électrique excédentaire, au cours de laquelle la pile à combustible est alimentée par la totalité de l'excès de carburant
15 et au cours de laquelle la puissance électrique excédentaire est stockée dans les moyens de stockage ;

- e) une étape de répartition de l'excès de carburant, qui est déclenchée lorsque la capacité de stockage est inférieure à la puissance électrique excédentaire, au cours de laquelle la pile à combustible est alimentée avec une portion de l'excès de carburant suffisante pour reconstituer les stocks d'énergie des
20 moyens de stockage.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- le procédé comporte entre l'étape de calcul b) et l'étape
25 de détermination c) une étape intermédiaire de freinage récupératif b') qui est déclenchée lorsque la puissance électrique consommée par le moteur électrique est nulle, le moteur électrique étant alors susceptible de fonctionner en générateur de courant électrique, et au cours de laquelle la puissance
30 électrique susceptible d'être produite par le moteur électrique est estimée, puis additionnée à ladite puissance électrique excédentaire ;

- lors des étapes de stockage d) et de répartition e), la puissance électrique produite par le moteur électrique est

stockée dans les moyens de stockage prioritairement par rapport à la puissance excédentaire produite par la pile à combustible ;

- la portion restante dudit excès de carburant est brûlée ;
- la portion restante dudit excès de carburant est stockée

5 dans un réservoir ;

- les moyens de stockage comportent des batteries électriques ;

- les moyens de stockage comportent un accumulateur thermique dans lequel la puissance électrique excédentaire est

10 stockée sous forme d'énergie calorifique par l'intermédiaire d'un dispositif frigorifique à compression ;

- les moyens de stockage comportent un récipient contenant un fluide et dans lequel l'énergie est stockée sous forme d'énergie mécanique par l'intermédiaire d'une pompe qui

15 modifie la pression du fluide.

L'invention concerne en outre un dispositif de récupération de l'énergie électrique dans un véhicule automobile mu par au moins un moteur électrique, du type qui comporte une pile à combustible qui alimente le moteur électrique et des

20 équipements électriques, et qui est alimentée en carburant, et notamment en hydrogène (H_2), par l'intermédiaire d'un reformeur dont le débit de carburant est commandé en fonction de la consommation électrique (P_{mot}) du moteur électrique, et qui produit temporairement un excès de carburant lorsque la

25 consommation (P_{mot}) du moteur électrique diminue, et du type qui comporte des moyens de stockage d'énergie, caractérisé en ce qu'il régule l'énergie récupérée excédentaire produite par le moteur de traction et l'énergie fournie par la pile à combustible grâce au surplus de reformât produit par le reformeur.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 représente schématiquement un véhicule automobile mu par un moteur électrique et équipé d'une installation de production d'électricité et de moyens de stockage d'énergie selon les enseignements de l'invention ;

5 - la figure 2 est un schéma détaillant l'installation de production d'électricité représentée à la figure 1 ;

- la figure 3 est un diagramme représentant les étapes principales du procédé réalisé selon les enseignements de l'invention.

10 On a représenté schématiquement à la figure 1 un véhicule qui est ici mu par un moteur électrique 10 qui est principalement alimenté par une installation de production d'électricité 12 embarquée à bord du véhicule. L'installation de production d'électricité 12 comporte notamment une pile à
15 combustible 14, représentée à la figure 2.

Le véhicule comporte aussi une batterie auxiliaire de traction 16 qui est destinée à suppléer à l'installation de production d'électricité 12 lors de conditions de fonctionnement du véhicule qui seront expliquée en détail dans la suite de cette
20 description.

Nous allons maintenant décrire en détail l'installation de production d'électricité 12 qui est représentée à la figure 2.

La pile à combustible 14 fournit de l'électricité lorsqu'elle est alimentée en comburant et en carburant. La pile à
25 combustible 14 comporte une anode 18 et une cathode 20 qui sont ici séparées par une membrane en polymère 22 formant électrolyte.

La cathode 20 comporte un orifice d'alimentation cathodique 24 par lequel elle est alimentée en comburant, qui est
30 ici de l'air.

De même, l'anode 18 comporte un orifice d'alimentation anodique 26 par lequel elle est alimentée en carburant, qui est ici un reformât notamment constitué d'hydrogène (H_2), et elle

comporte un orifice d'évacuation anodique 28 par lequel le carburant, ou le reformât, résiduel est évacué.

L'installation 12 comporte un premier circuit d'alimentation 30 de la cathode 20 en comburant, et notamment en air, et elle
5 comporte un second circuit d'alimentation 32 de l'anode 18 en carburant, et notamment en hydrogène (H_2).

Le premier circuit d'alimentation 30 de la cathode 20 se compose notamment d'un module d'admission d'air atmosphérique 34 dans lequel l'air atmosphérique est admis via
10 un tronçon d'entrée 36, et qui alimente la cathode 20 en air par l'intermédiaire d'une conduite d'alimentation cathodique 38 qui est raccordée à l'orifice d'alimentation cathodique 24. Le module d'admission d'air 34 est notamment destiné à réguler le débit d'air admis dans la cathode 20.

15 Le second circuit d'alimentation 32 de l'anode 18 se compose principalement d'un réservoir 40 contenant un hydrocarbure tel que de l'essence, et d'un reformeur 42.

Une tubulure d'alimentation en hydrocarbure 44 est raccordée par une première extrémité au réservoir 40 et par une
20 seconde extrémité à un orifice d'entrée 45 du reformeur 42. Une pompe à hydrocarbure 46 qui est intercalée dans la tubulure d'alimentation 44 en hydrocarbure, est destinée à aspirer l'hydrocarbure contenu dans le réservoir 40 vers le reformeur 42. Un tronçon d'alimentation en air 48 est raccordée par une
25 première extrémité au module d'admission d'air 34 et par une seconde extrémité à un orifice d'admission 50 d'air du reformeur 42.

Le reformeur 42 est ici destiné à extraire l'hydrogène (H_2) contenu dans l'hydrocarbure. A cette fin, le reformeur 42 doit
30 notamment être alimenté en air qui est acheminé jusqu'au reformeur 42 via le tronçon d'alimentation en air 48.

Après extraction de l'hydrogène (H_2), il rejette par un orifice de sortie 52 un carburant, ou reformât, contenant de

l'hydrogène (H_2) dans une tubulure d'alimentation 54 de l'anode 18 qui est raccordée à l'orifice d'alimentation anodique 26.

Lors du fonctionnement de la pile à combustible 14, l'anode 18 consomme une partie de l'hydrogène (H_2) contenue dans le reformât, le reformât résiduel étant rejeté par l'orifice d'évacuation anodique 28.

L'orifice d'évacuation anodique 28 débouche dans une tubulure d'évacuation anodique 56 qui conduit le reformât résiduel jusqu'à un orifice d'alimentation 58 d'un brûleur (non représenté) qui est intégré au reformeur 42. Le brûleur est notamment destiné à consommer le reformât résiduel de façon à fournir de la chaleur nécessaire au fonctionnement du reformeur 42.

L'installation de production d'électricité 12 alimente ainsi en énergie électrique un circuit électrique 60 du véhicule qui alimente en électricité notamment le moteur électrique 10 par l'intermédiaire d'un onduleur 62. Le circuit électrique 60 est représenté en traits fléchés continus à la figure 1.

Le moteur électrique 10 ainsi alimenté convertit la puissance électrique reçue en couple moteur qui est ensuite transmis aux roues 64 du véhicule par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission 66.

L'installation de production d'électricité 12 alimente aussi des équipements électriques 68 du véhicule, tels que par exemple des phares ou des essuie-glaces.

La puissance électrique qui est fournie par la pile à combustible 14 et qui est requise pour le moteur électrique 10 et/ou pour les équipements électriques 68, est susceptible de varier selon les conditions de roulement et/ou selon les ordres du conducteur du véhicule. Le conducteur dispose en effet d'un dispositif de commande de l'accélération 70 du véhicule tel qu'une pédale d'accélération.

La puissance électrique fournie par la pile à combustible 14 est proportionnelle aux débits de carburant et de comburants

injectés à l'anode 18 et à la cathode 20. Or, le débit de carburant injecté à l'anode 18 est produit par le reformeur 42.

Le véhicule comporte une unité de commande électronique 72 qui commande donc d'une part le débit d'air à la cathode 20 par l'intermédiaire du module d'admission d'air 34, et
5 qui commande d'autre part le débit de carburant à l'anode 18 en régulant le débit d'hydrocarbure, par l'intermédiaire de la pompe à hydrocarbure 46, d'air et d'eau admis dans le reformeur 42.

Les connexions entre l'unité de commande électronique
10 72 et les différents organes du véhicule sont représentées en traits discontinus aux figures 1 et 2.

Ainsi, lorsque le conducteur requiert pour le moteur électrique 10 une plus grande puissance électrique, l'unité de commande électronique 72 commande le module d'admission
15 d'air 34 et la pompe à hydrocarbure 46 de façon à adapter les débits de comburant et de carburant à la production de puissance électrique requise.

Cependant, le reformeur 42 ne peut répondre à cette commande qu'après un temps de latence non négligeable qui est
20 par exemple de l'ordre de quelques secondes. En effet, l'unité de commande électronique 72 commande les débits d'hydrocarbure, d'air et d'eau qui sont admis dans le reformeur 42. Le temps de latence est le temps nécessaire au reformeur 42 pour transformer l'hydrocarbure, l'air et l'eau en reformât. Ainsi, la
25 variation du débit d'hydrocarbure par l'unité de commande électronique 72 ne se répercute sur le débit de carburant en sortie du reformeur 42 qu'une fois que le temps de latence est écoulé. Durant ce temps de latence et lorsque l'unité de commande électronique 72 requiert une baisse du débit de
30 carburant, le reformeur 42 continue à produire un surplus de carburant.

L'installation de production d'électricité 12 comporte donc une conduite de déviation 74 du surplus de carburant qui est raccordée par sa première extrémité à la conduite d'alimentation

cathodique 38 et qui est raccordée par sa deuxième extrémité au brûleur du reformeur 42. Cette conduite de déviation 74 est notamment destinée à dévier le surplus de carburant directement vers le brûleur afin que le surplus de carburant soit brûlé.

5 De plus, la batterie auxiliaire de traction 16 est destinée à suppléer temporairement à l'installation de production d'électricité 12 lorsque le moteur électrique 10 requiert une augmentation de puissance électrique. La batterie auxiliaire 16 est connectée électriquement au moteur électrique 10 ainsi
10 qu'aux équipements électriques 68 par l'intermédiaire du circuit électrique 60.

Outre l'électricité normalement fournie par l'installation de production d'électricité 12 en fonction du besoin instantané en énergie électrique du véhicule, le véhicule peut temporairement
15 fournir un surplus d'énergie électrique

Ainsi, le moteur électrique 10 du véhicule est susceptible de fonctionner en générateur de courant électrique lorsque le véhicule est en phase de décélération et que le moteur électrique 10 n'est pas alimenté en courant électrique. Le moteur qui est
20 alors entraîné en rotation par les roues 64 via le mécanisme de transmission 66 peut alors fournir du courant électrique.

Cependant, la production d'énergie électrique par le moteur électrique 10 agit sur le véhicule comme un frein. Afin de ne pas surprendre le conducteur et de rendre prédictible la
25 décélération du véhicule, le fonctionnement du moteur électrique 10 en générateur est donc régulé par l'unité de commande électronique 72.

Le surplus de carburant qui est produit par le reformeur 42 lorsque la puissance électrique requise pour le moteur est en
30 baisse, est traditionnellement destiné à être directement réinjecté dans le reformeur 42 pour être brûlé. Cependant, l'invention propose un procédé pour récupérer au moins une partie de l'énergie que la pile à combustible 14 est susceptible de fournir à partir de ce surplus de carburant.

Dans la suite de la description, la puissance électrique qui est susceptible d'être fournie à bord du véhicule mais qui n'est pas consommable instantanément par le moteur électrique 10 et/ou les équipements électriques 68 sera qualifiée de puissance électrique « récupérée ».

Le véhicule comporte différents dispositifs qui sont susceptibles d'emmagasinier sous différentes formes l'énergie électrique récupérée.

Dans ce mode de réalisation, le véhicule comporte notamment un accumulateur thermique 76, un accumulateur de pression 78, un accumulateur de vide 80, et la batterie auxiliaire de traction 16.

Le stockage de l'énergie électrique dans un accumulateur thermique 76 est notamment décrit et représenté dans la demande de brevet français N° 01-01720. L'accumulateur thermique 76 fait ici partie d'un dispositif de climatisation (non représenté) du véhicule. L'énergie électrique récupérée est notamment utilisée pour faire fonctionner un compresseur 82 du dispositif de climatisation qui, au lieu de refroidir l'habitacle du véhicule, refroidit l'accumulateur thermique 76. Le froid ainsi stocké est destiné à être utilisé ultérieurement par le dispositif de climatisation qui ne nécessite alors moins d'énergie électrique pour fonctionner.

L'accumulateur de pression 78 est ici intégré à un dispositif de direction assistée (non représenté) comprenant notamment un groupe électro-pompe hydraulique 84. L'électricité récupérée est ici utilisée pour faire fonctionner l'électro-pompe 84 qui comprime un fluide contenu dans l'accumulateur de pression 78. L'énergie électrique est ainsi convertie en énergie mécanique qui est stockée dans l'accumulateur de pression 78.

L'accumulateur de vide 80 est ici intégré à un dispositif d'assistance au freinage (non représenté) du véhicule qui comprend une pompe à vide 86. L'électricité récupérée est utilisée pour alimenter la pompe à vide 86 qui aspire un fluide

contenu dans l'accumulateur de vide 80. L'énergie électrique est ainsi convertie en énergie mécanique qui est stockée dans l'accumulateur de vide 80.

L'électricité récupérée est aussi susceptible d'être stockée
5 directement dans la batterie auxiliaire de traction 16.

Nous allons maintenant décrire en détail le procédé de récupération et de stockage d'énergie selon les enseignements de l'invention en référence à la figure 3 et mettant en œuvre les organes du véhicule précédemment décrits.

10 Le procédé comporte principalement les étapes suivantes :

- a) une étape de bilan au cours de laquelle la puissance électrique potentielle P_{pile}^{+} que la pile à combustible 14 est susceptible de fournir instantanément est calculée en fonction du
15 débit de carburant produit par le reformeur 42, et au cours de laquelle les puissances électriques consommées instantanément par le moteur électrique 10 P_{mot}^{-} et par les équipements 68 P_{eq}^{-} sont estimées ; et

- b) une étape de calcul de la puissance électrique récupérable, ou excédentaire, P_{rec} qui est le résultat de la
20 différence entre ladite puissance électrique potentielle P_{pile}^{+} et la somme des puissances électriques consommées estimées ($P_{mot}^{-} + P_{eq}^{-}$) ; et

- b') une étape intermédiaire de freinage récupératif qui
25 est déclenchée lorsque la puissance électrique consommée par le moteur électrique 10 P_{mot}^{-} est nulle, le moteur électrique 10 étant alors susceptible de fonctionner en générateur de courant électrique, et au cours de laquelle la puissance électrique susceptible d'être fournie par le moteur électrique 10 P_{frein}^{+} est
30 estimée, puis additionnée à ladite puissance électrique récupérable P_{rec} .

- c) une étape de détermination de la capacité instantanée de stockage C de puissance électrique des moyens de stockage

qui est déclenchée lorsque la puissance électrique excédentaire $P_{\text{réc}}$ est strictement positive ;

- d) une étape de stockage qui est déclenchée lorsque la capacité instantanée de stockage C est supérieure ou égale à la
5 puissance électrique excédentaire $P_{\text{réc}}$, au cours de laquelle la pile à combustible 14 est alimentée par la totalité de l'excès de carburant et au cours de laquelle la puissance électrique excédentaire $P_{\text{réc}}$ est stockée dans les moyens de stockage.

- e) une étape de répartition de l'excès de carburant, qui
10 est déclenchée lorsque la capacité de stockage C est inférieure à la puissance électrique excédentaire $P_{\text{réc}}$, au cours de laquelle la pile à combustible 14 est alimentée avec une portion de l'excès de carburant suffisante pour reconstituer les stocks d'énergie des moyens de stockage.

15 Lors de l'étape a) du procédé, la puissance électrique instantanée P_{pile}^+ que la pile à combustible 14 est susceptible de délivrer à partir du débit instantané de carburant fourni par le reformeur 42 est estimée et mémorisée par l'unité de commande électronique 72. Le débit de carburant est par exemple mesuré
20 par un capteur adéquat qui est situé à la sortie du reformeur 42, la mesure étant ensuite transmise à l'unité de commande électronique 72.

La puissance électrique instantanée consommée P_{mot}^- par le moteur électrique 10 est aussi estimée et mémorisée par
25 l'unité de commande électronique 72, par exemple à partir de la position de la pédale d'accélération 70 actionnée par le conducteur.

Enfin, la puissance électrique instantanée consommée P_{eq}^- par les équipements électriques 68 du véhicule est estimée
30 et mémorisée par l'unité de commande électronique 72 à partir de mesures qui sont effectuées par différents capteurs (non représentés), puis qui sont envoyées à l'unité de commande électronique 72 par l'intermédiaire de connexions électriques.

Ensuite, lors de l'étape de calcul b) du procédé, la puissance électrique récupérable, ou excédentaire, $P_{\text{réc}}$ qui est le résultat de la différence entre la puissance électrique potentielle P_{pile}^+ et la somme des puissances électriques consommées ($P_{\text{mot}}^- + P_{\text{éq}}^-$) est calculée par l'unité de commande électronique 72 à partir de ces trois types de valeurs mémorisées.

La puissance électrique excédentaire $P_{\text{réc}}$ est en fait la puissance électrique que le véhicule est susceptible de récupérer à partir du surplus de carburant produit par le reformeur 42.

Si la valeur calculée est inférieure ou égale à zéro, le reformeur 42 ne fournit pas de carburant en excédent et la pile à combustible 14 n'est donc pas susceptible de fournir de l'énergie électrique récupérable.

En revanche, si la valeur calculée est supérieure à zéro, c'est que le reformeur 42 fournit du carburant en excédent, et donc que de l'énergie électrique excédentaire est susceptible d'être fournie au véhicule par la pile à combustible 14.

Selon ce mode de réalisation de l'invention, quel que soit le résultat de l'étape b), il est nécessaire de déterminer si le véhicule est susceptible de produire de l'énergie par freinage récupératif.

Si la puissance électrique requise pour le moteur électrique 10 P_{mot}^- est nulle et que la vitesse V du véhicule est strictement supérieure à zéro, le véhicule se trouve en situation de freinage récupératif. L'étape intermédiaire b') est donc enclenchée par l'unité de commande électronique 72 afin d'estimer la puissance électrique récupérable en situation de freinage récupératif P_{frein}^+ .

Sinon, on considère que le véhicule n'est pas en situation de freinage récupératif et l'étape c) est directement enclenchée par l'unité de commande électronique 72.

Lors de l'étape intermédiaire b'), la puissance électrique P_{frein}^+ que le moteur électrique 10 est susceptible de fournir lors

du freinage récupératif est estimée par l'unité de commande électronique 72. Cette estimation prend en compte la vitesse V du véhicule, ainsi que l'ergonomie et le confort des passagers. Cette puissance estimée P_{frein}^+ est alors ajoutée à la puissance
5 récupérable P_{rec} précédemment calculée. Cette somme constitue alors la nouvelle valeur de la puissance récupérable P_{rec} par le véhicule.

Ensuite, lors de l'étape c), un test est effectué par l'unité de commande électronique 72 pour déterminer si de l'énergie
10 électrique est susceptible d'être récupéré dans le véhicule. Ainsi, si la puissance récupérable P_{rec} est strictement supérieure à un seuil qui a ici pour valeur zéro, l'unité de commande électronique 72 enclenche la suite de l'étape c). Sinon, c'est qu'il n'y a pas d'énergie électrique à récupérer, l'unité de commande
15 électronique 72 interrompt et réinitialise donc le procédé.

la capacité instantanée de stockage C d'énergie à bord du véhicule est déterminée par l'unité de commande électronique 72.

Durant cette étape, la puissance électrique $C1$ qui peut
20 être chargée dans la batterie auxiliaire de traction 16 est calculée par l'unité de commande électronique 72 en se basant par exemple l'état de charge de la batterie 16 et sa température.

Si le dispositif de climatisation est activé par le conducteur, mais que le compresseur de climatisation est à
25 l'arrêt, et si l'accumulateur thermique 76 n'a pas atteint un seuil de température minimale de seuil, alors la puissance électrique $C2$ requise par le compresseur 82 du dispositif de climatisation afin de refroidir l'accumulateur thermique 76 jusqu'au seuil de température minimale est calculée par l'unité de commande
30 électronique 72.

Si la pression à l'intérieur de l'accumulateur de vide 80 est supérieure à un seuil maximum de pression, la puissance électrique $C3$ requise par la pompe à vide 86 afin d'abaisser la pression dans l'accumulateur de vide 80 jusqu'au seuil de

pression minimale est calculée par l'unité de commande électronique 72.

Si la pression à l'intérieur de l'accumulateur de pression 78 est inférieure à un seuil minimum de pression, la puissance électrique C4 requise par l'électro-pompe 84 afin d'élever la
5 pression à l'intérieur de l'accumulateur de pression 78 jusqu'au seuil de pression maximale est calculée par l'unité de commande électronique 72.

La capacité instantanée de stockage C d'énergie à bord
10 du véhicule est égale à la somme de ces puissances électriques ($C1 + C2 + C3 + C4$).

Enfin, la puissance électrique récupérable instantanément P_{rec} est comparée par l'unité de commande électronique 72 avec la capacité instantanée de stockage C.

Si la capacité de stockage C est supérieure à la puissance
15 récupérable P_{rec} , alors l'étape de stockage d) est enclenchée. L'unité de commande électronique 72 commande le chargement des stocks d'énergie 16, 76, 78, 80 en utilisant l'énergie électrique fournie par le moteur électrique 10 et en alimentant la
20 pile à combustible 14 avec la totalité du surplus de carburant.

Sinon, l'étape de répartition e) est enclenchée. Selon ce mode de réalisation de l'invention, l'unité de commande électronique 72 commande la répartition de la puissance électrique P_{frein}^+ fournie par le moteur électrique 10 dans les
25 différentes zones de stockage d'énergie du véhicule 16, 76, 78, 80.

Puis, si la capacité instantanée de stockage C est toujours supérieure à zéro, l'unité de commande électronique 72 commande l'alimentation de la pile à combustible 14 avec la
30 quantité de carburant nécessaire pour recharger complètement les stocks d'énergie, le reste du surplus de carburant étant dévié directement vers le reformeur 42 par l'intermédiaire de la conduite de déviation 74 afin d'y être brûlé.

Sinon, le surplus carburant est totalement dévié vers le reformeur 42 par l'intermédiaire de la conduite de déviation 74 afin d'y être brûlé.

5 A la fin d'un cycle du procédé, toutes les valeurs sont réinitialisées à zéro et le procédé est réitéré jusqu'à l'arrêt total du véhicule.

Selon un autre mode de réalisation non représenté de l'invention, le surplus de carburant qui est dévié par la conduite de déviation 74, est conduit jusqu'à un réservoir de stockage
10 temporaire du carburant.

REVENDECATIONS

1. Procédé de récupération de l'énergie électrique dans un véhicule automobile mu par au moins un moteur électrique (10), du type qui comporte une pile à combustible (14) qui alimente le
5 moteur électrique (10) et des équipements électriques (68), et qui est alimentée en carburant, et notamment en hydrogène (H_2), par l'intermédiaire d'un reformeur (42) dont le débit de carburant est commandé en fonction de la consommation électrique (P_{mot^-}) du moteur électrique (10), et qui produit temporairement un
10 excès de carburant lorsque la consommation (P_{mot^-}) du moteur électrique (10) diminue, et du type qui comporte des moyens de stockage d'énergie (16, 76, 78, 80),

caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- a) une étape de bilan au cours de laquelle la puissance
15 électrique potentielle (P_{pile^+}) que la pile à combustible (14) est susceptible de fournir instantanément est calculée en fonction du débit de carburant produit par le reformeur (42), et au cours de laquelle les puissances électriques consommées instantanément (P_{mot^-} , P_{eq^-}) par le moteur électrique (10) et par les équipements
20 (68) sont estimées ; et

- b) une étape de calcul de la puissance électrique excédentaire (P_{rec}) qui est le résultat de la différence entre ladite puissance électrique potentielle (P_{pile^+}) et la somme des puissances électriques consommées estimées ($P_{mot^-} + P_{eq^-}$) ; et

25 - c) une étape de détermination de la capacité instantanée de stockage (C) de puissance électrique des moyens de stockage (16, 76, 78, 80) qui est déclenchée lorsque la puissance électrique excédentaire (P_{rec}) est strictement positive ;

- d) une étape de stockage qui est déclenchée lorsque la
30 capacité instantanée de stockage (C) est supérieure ou égale à la puissance électrique excédentaire (P_{rec}), au cours de laquelle la pile à combustible (14) est alimentée par la totalité de l'excès de carburant et au cours de laquelle la puissance électrique

excédentaire (P_{rec}) est stockée dans les moyens de stockage (16, 76, 78, 80) ;

- e) une étape de répartition de l'excès de carburant, qui est déclenchée lorsque la capacité de stockage (C) est inférieure
5 à la puissance électrique excédentaire (P_{rec}), au cours de laquelle la pile à combustible (14) est alimentée avec une portion de l'excès de carburant suffisante pour reconstituer les stocks d'énergie des moyens de stockage (16, 76, 78, 80).

2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé
10 en ce qu'il comporte entre l'étape de calcul b) et l'étape de détermination c) une étape intermédiaire de freinage récupératif b') qui est déclenchée lorsque la puissance électrique (P_{mot}) consommée par le moteur électrique (10) est nulle, le moteur électrique (10) étant alors susceptible de fonctionner en
15 générateur de courant électrique, et au cours de laquelle la puissance électrique (P_{frein}) susceptible d'être produite par le moteur électrique (10) est estimée, puis additionnée à ladite puissance électrique excédentaire (P_{rec}).

3. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé
20 en ce que, lors des étapes de stockage d) et de répartition e), la puissance électrique (P_{frein}) produite par le moteur électrique (10) est stockée dans les moyens de stockage (16, 76, 78, 80) prioritairement par rapport à la puissance excédentaire ($P_{\text{pile}^+} - P_{\text{mot}} - P_{\text{eq}}$) produite par la pile à combustible (14).

25 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la portion restante dudit excès de carburant est brûlée.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la portion restante dudit excès de
30 carburant est stockée dans un réservoir.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de stockage comportent des batteries électriques (16).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de stockage comportent un accumulateur thermique (76) dans lequel la puissance électrique excédentaire (P_{rec}) est stockée sous forme d'énergie calorifique par l'intermédiaire d'un dispositif frigorifique à compression (82).

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de stockage comportent un récipient (78, 80) contenant un fluide et dans lequel l'énergie est stockée sous forme d'énergie mécanique par l'intermédiaire d'une pompe (84, 86) qui modifie la pression du fluide.

9. Dispositif de récupération de l'énergie électrique dans un véhicule automobile mu par au moins un moteur électrique (10), du type qui comporte une pile à combustible (14) qui alimente le moteur électrique (10) et des équipements électriques (68), et qui est alimentée en carburant, et notamment en hydrogène (H_2), par l'intermédiaire d'un reformeur (42) dont le débit de carburant est commandé en fonction de la consommation électrique (P_{mot}) du moteur électrique (10), et qui produit temporairement un excès de carburant lorsque la consommation (P_{mot}) du moteur électrique (10) diminue, et du type qui comporte des moyens de stockage d'énergie (16, 76, 78, 80), caractérisé en ce qu'il régule l'énergie récupérée excédentaire produite par le moteur de traction et l'énergie fournie par la pile à combustible grâce au surplus de reformât produit par le reformeur.

1/2

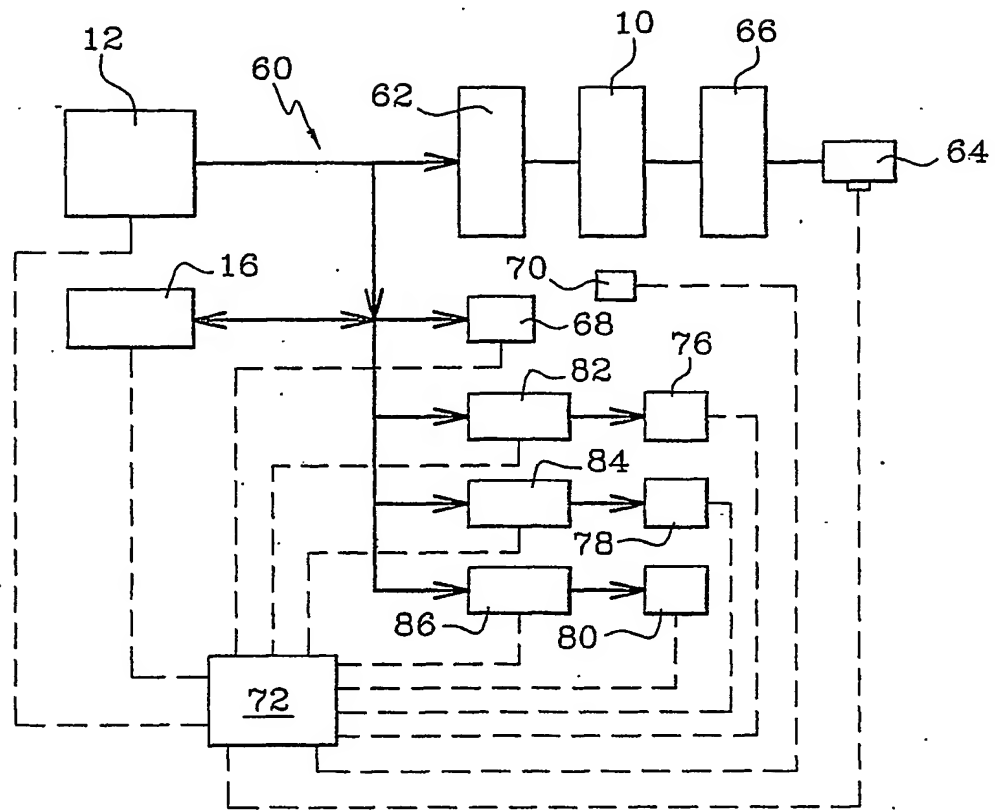


Fig. 1

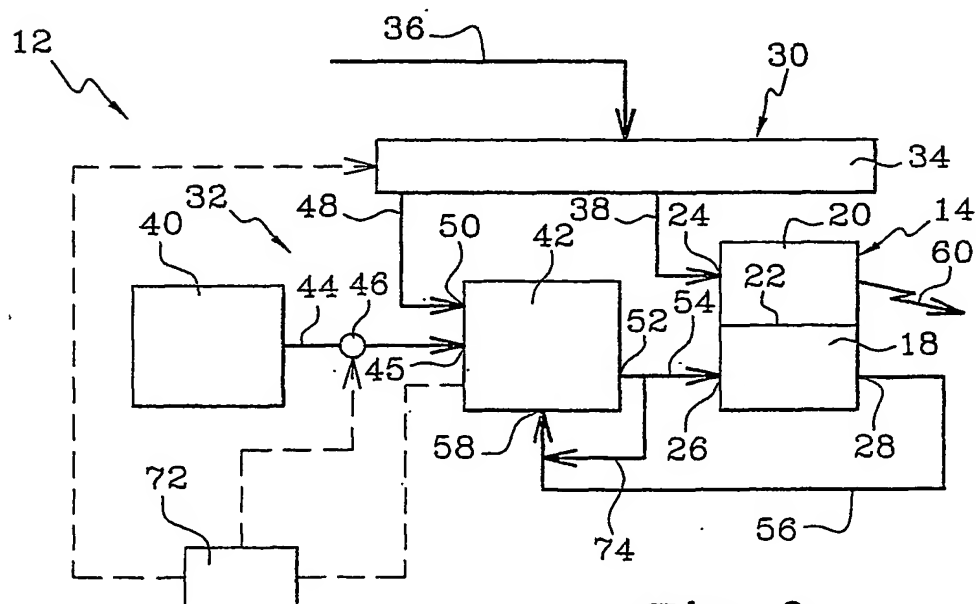
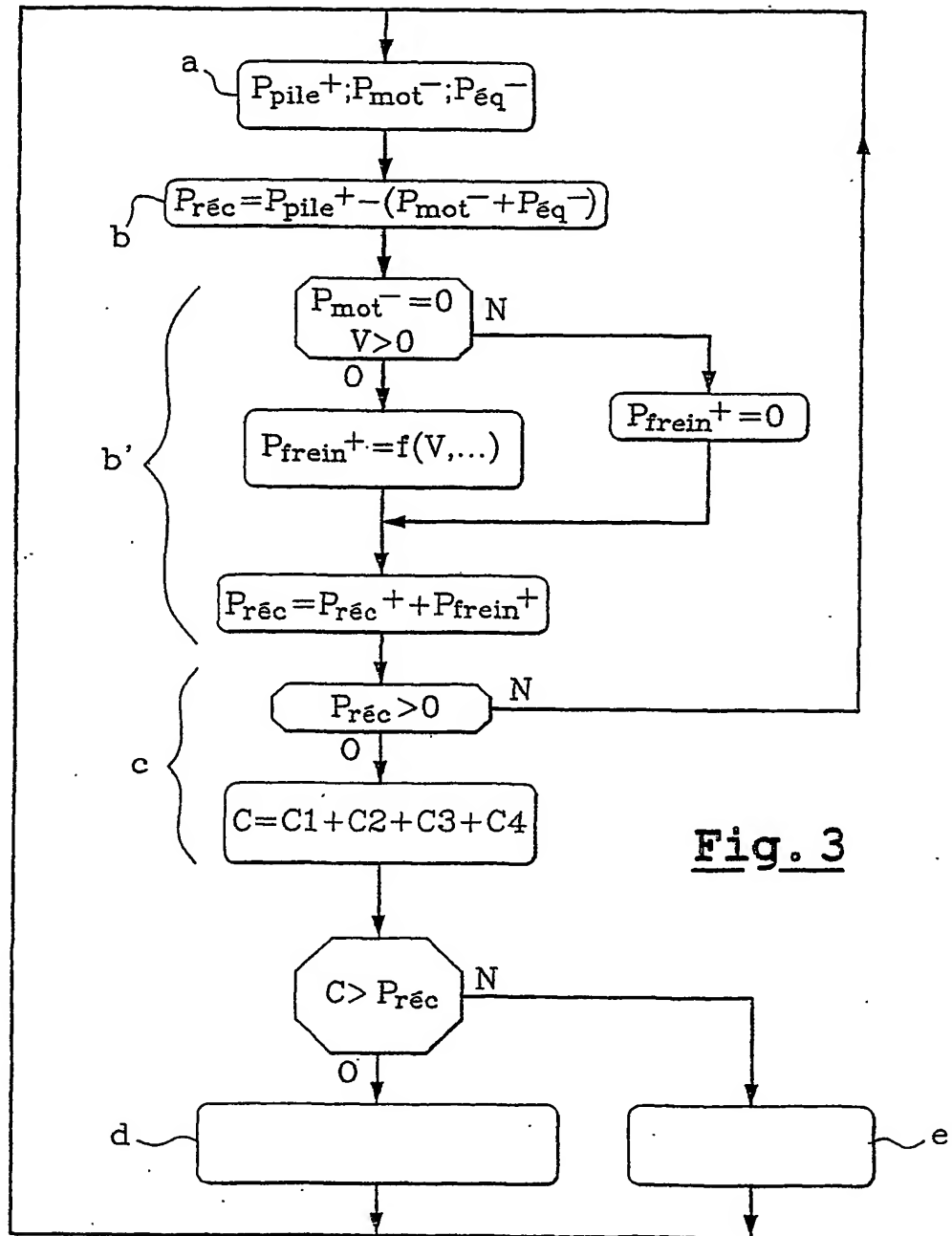


Fig. 2

**Fig. 3**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR 03/02891

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60H1/00 B60L11/18 H01M8/06 H01M8/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60H B60L H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 197 32 117 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ;AISIN AW CO (JP)) 29 January 1998 (1998-01-29) claims 5,6	9 1-8
X A	WO 01 89015 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ;YOSHII KINYA (JP)) 22 November 2001 (2001-11-22) -& EP 1 286 405 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26 February 2003 (2003-02-26) claims	9 1-8
X A	WO 02 36385 A (NISSAN MOTOR ;IWASAKI YASUKAZU (JP)) 10 May 2002 (2002-05-10) the whole document	9 1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 March 2004

Date of mailing of the international search report

11/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gruber, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/FR 03/02891

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 19732117	A	29-01-1998	JP	10040962 A	13-02-1998
			DE	19732117 A1	29-01-1998
			US	5964309 A	12-10-1999
WO 0189015	A	22-11-2001	JP	2001325976 A	22-11-2001
			CA	2408785 A1	13-11-2002
			CN	1439178 T	27-08-2003
			EP	1286405 A1	26-02-2003
			WO	0189015 A1	22-11-2001
			US	2003106726 A1	12-06-2003
WO 0236385	A	10-05-2002	JP	2002141073 A	17-05-2002
			CN	1388781 T	01-01-2003
			EP	1250243 A1	23-10-2002
			WO	0236385 A1	10-05-2002
			US	2002162694 A1	07-11-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/02891

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 B60H1/00 B60L11/18 H01M8/06 H01M8/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B60H B60L H01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 197 32 117 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ;AISIN AW CO (JP)) 29 janvier 1998 (1998-01-29) revendications 5,6	9
A	----	1-8
X	WO 01 89015 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ;YOSHII KINYA (JP)) 22 novembre 2001 (2001-11-22)	9
A	—& EP 1 286 405 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26 février 2003 (2003-02-26) revendications	1-8
X	WO 02 36385 A (NISSAN MOTOR ;IWASAKI YASUKAZU (JP)) 10 mai 2002 (2002-05-10)	9
A	le document en entier	1-8

☐

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

1 mars 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

11/03/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gruber, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

PCT/FR 03/02891

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19732117 A	29-01-1998	JP 10040962 A	13-02-1998
		DE 19732117 A1	29-01-1998
		US 5964309 A	12-10-1999
WO 0189015 A	22-11-2001	JP 2001325976 A	22-11-2001
		CA 2408785 A1	13-11-2002
		CN 1439178 T	27-08-2003
		EP 1286405 A1	26-02-2003
		WO 0189015 A1	22-11-2001
		US 2003106726 A1	12-06-2003
WO 0236385 A	10-05-2002	JP 2002141073 A	17-05-2002
		CN 1388781 T	01-01-2003
		EP 1250243 A1	23-10-2002
		WO 0236385 A1	10-05-2002
		US 2002162694 A1	07-11-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.